

Proposta e Execução de Uma Mostra Científica Itinerante em Comemoração ao Ano Internacional da Ciência e Tecnologia Quântica

Proposal and Execution of a Traveling Scientific Exhibition in Celebration of the International Year of Quantum Science and Technology

Alfredo Luis Mateus,^a  Pedro Reis Araújo Fernandes,^b  Márlon Herbert Flora Barbosa Soares^{c,*} 

This article describes the development and implementation of a science exhibition in celebration of the International Year of Quantum Science and Technology. It presents and describes eight experiments/games/stations that introduce various concepts related to quantum physics and can be easily replicated at any level of education. The proposal also outlines what can be expected from a science fair, considering the applied experience and its relationship with literature, as well as providing the monitors' impressions of the importance of the fair in their training.

Keywords: Science fair/exhibition; science outreach; international year of quantum science and technology.

1. Introdução

A mecânica quântica pode ser considerada uma das maiores realizações em termos de pesquisa e desenvolvimento do século XX, permitindo o entendimento da química de uma maneira bem mais profunda do que aquela existente naquele século, antes de 1920, época em que foram lançadas as bases da teoria quântica. O impacto dessa teoria na química pode ser verificado pelas suas aplicações práticas em ramos diversos como espectroscopia, microscopia eletrônica, modelagem molecular, entre outras.¹

A expressão “Química Quântica” surge em meados dos anos 1920-1930, após o desenvolvimento da mecânica quântica por Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger, Max Born, entre outros, na perspectiva de se aplicar os conceitos da mecânica quântica para explicar os fenômenos químicos, especialmente a estrutura eletrônica dos átomos e moléculas. Dessa forma, a “Química Quântica” passou a nomear o ramo da química que se utiliza de equações para prever propriedades químicas tais como a reatividade, a estrutura molecular e explicar os espectros. Já a Química Quântica (ou Química Teórica) como área do conhecimento e presente como disciplina em alguns cursos de Bacharelado e Licenciatura é geralmente oferecida a partir do meio ou final dos cursos de Química necessitando de uma base sólida em matemática, física e química geral, tratando atualmente, dos fundamentos da mecânica quântica, métodos computacionais e espectrometria.

A Química Quântica como um legítimo campo da química nem sempre foi um consenso. Houve sempre várias tentativas de apropriação da Química Quântica pela Física e pela Matemática, por outro lado, no desenvolvimento histórico da química, primou-se por uma articulação que propiciasse sua autonomia em relação às outras ciências, para ser a Química Quântica uma área efetiva da Química. No entanto, os estudos quânticos, ainda são muito negligenciados em vários cursos de Química brasileiros, especialmente os de licenciatura. Há poucos cursos, inclusive, mesmo que em nível introdutório.²

Contudo, uma característica da química quântica, que a torna particularmente complexa para os alunos, é a necessidade de se compreender conceitos abstratos que são, na maioria, não-intuitivos. Além disso, deficiências em disciplinas básicas como Álgebra Linear, Geometria Analítica e Cálculo Diferencial e Integral tornam os conteúdos relacionados à teoria quântica de difícil compreensão. Entretanto, o problema mais grave parece ser que, em geral, não se discute a relação desses conteúdos com as suas várias aplicações nas diferentes áreas da química. Dessa forma, muitos alunos dificilmente conseguirão estabelecer relações entre a química quântica e os fenômenos da vida cotidiana, por se tratar de conceitos complexos e

diffíceis de visualizar, principalmente por serem trabalhados apenas nas dimensões verbais e textuais. A gravidade deste problema assume dimensões mais sérias quando se pensa que esses alunos serão os professores que terão de ensinar conceitos relacionados à estrutura atômica aos alunos do Ensino Médio.

Entretanto, o ensino da Química no ensino básico permanece bastante tradicional e afastado do cotidiano, o que provoca um forte desinteresse dos alunos. No ensino médio, a abordagem histórica tradicional dos modelos atômicos, sem questões que provoquem discussões, reforça este quadro. Não havendo mediação do conhecimento, os alunos pouco questionam as informações.

O ensino dos modelos atômicos tende a ser muito livresco nas escolas, e a parte sobre o modelo atual, a ciência quântica, não é diferente. Em muitos casos, professores colocam para os alunos que o estudo da mecânica quântica envolve uma matemática muito avançada e sequer tratam do assunto em suas aulas. Deficiências na formação dos professores tornam a abordagem deste assunto na educação básica ainda mais difícil.

A presente proposta pretende contribuir para desmistificar este assunto, mostrando que ele pode ser tratado de uma maneira que envolve experimentos simples, e que fazem uma conexão entre os princípios apresentados e a sua utilização tecnológica. Por outro lado, a experimentação e a consequente divulgação científica por meio de experimentos e jogos têm grande potencial de desmistificar conceitos mais abstratos ao mesmo tempo que pode combater uma série de *fake news* científicas que se utilizam dos conceitos de quântica para vender cursos, terapias e modos de vida sem qualquer tipo de comprovação ou discussão científica. Uma divulgação científica feita de maneira adequada e compromissada pode incentivar e fomentar uma educação científica de qualidade, tanto por parte de professores quanto de estudantes envolvidos com a proposta.

Neste trabalho vamos descrever a elaboração e desenvolvimento de uma **mostra interativa** de experimentos produzida em comemoração ao *Ano Internacional da Ciência e Tecnologia Quânticas* (AICTQ 2025), com posterior discussão de alguns de seus resultados.

2. Como é a Mostra, Afinal?

É importante salientar que mostras científicas não são necessariamente diferentes das feiras científicas. Nem mesmo os editais de fomento brasileiros diferenciam, de forma efetiva, feiras de mostras. Geralmente, o que temos observado é que as feiras são comuns em nível médio de ensino, a partir de projetos ou propostas de atividades realizadas pelos estudantes sob supervisão de um professor orientador. As mostras são geralmente realizadas em nível superior, também supervisionadas por um ou mais professor orientador. Utilizamos neste trabalho o termo «mostra», considerando-se é um termo também utilizado nos

editais do CNPq, principalmente para um assunto em que o foco é desmistificar uma temática específica a partir de monitores oriundos da graduação.

A mostra “**A QUÍMICA, QUÂNTICA E SOCIEDADE (QQS)**” foi um evento itinerante durante o ano de 2025, com o objetivo foi reunir estudantes, do 9º ano do fundamental ao 3º ano do ensino médio, e professores de escolas públicas e privadas em eventos científicos da área da Química, visando aproximar os jovens do ambiente científico e comemorar os avanços das ciências quânticas. Foram organizados oito experimentos em diferentes mesas, apresentando de forma ampla como a Ciência e a Tecnologia Quântica se aplicam na sociedade. Durante 1h30, estudantes e professores circularam por todas as mesas, interagindo com os monitores e explorando os experimentos relacionados aos princípios quânticos e suas aplicações. Nossa intenção, muito além de apresentar o que foi feito em comemoração ao ano internacional da Quântica, é também apresentar cada um dos experimentos e atividades, para que professores, estudantes e pesquisadores possam, também, replicá-los em suas escolas e universidades.

A seguir, no Quadro 1, apresentamos os experimentos elaborados e desenvolvidos que estão sendo utilizados nos eventos itinerantes.

A Mostra de Experimentos QUÍMICA, QUÂNTICA E SOCIEDADE (QQS) foi oferecida até o momento em dois eventos científicos, a saber: **48ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, ocorrido em Campinas – SP e o **II Professor Protagonista para o Ensino de Química**, em Goiânia – GO. O público do primeiro evento girou em torno de 300 adolescentes e centenas de congressistas. Já no segundo evento, específico para professores de química, o público atingido foi de 60 professores de Química do estado de Goiás.

Cada mesa do Quadro 1 contou com um monitor, aluno de graduação em Química, ou professor de química, previamente treinados para a função. Os experimentos, que descreveremos mais detalhadamente adiante, apresentaram um panorama amplo das aplicações da Ciência e Tecnologia Quântica e suas aplicações na sociedade.

3. Composição de Cada Mesa

A seguir, descreveremos os experimentos e atividades de cada uma das mesas citadas no Quadro 1. Algumas imagens demonstram e apresentam cada um dos experimentos e atividades descritas a seguir, para serem facilmente replicadas em outros ambientes.

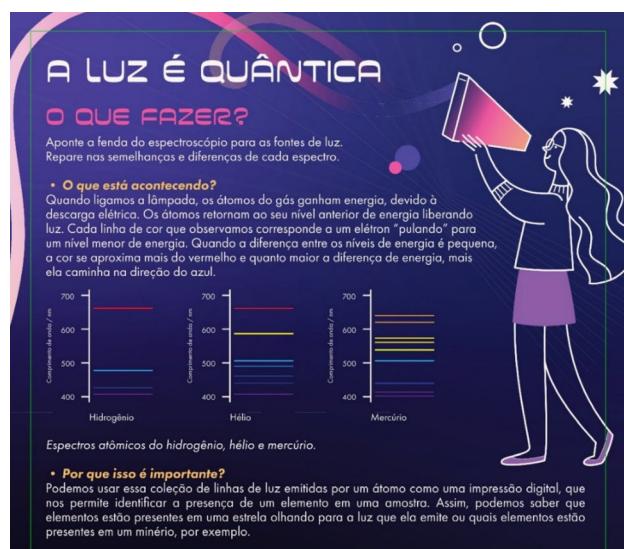
• Mesa 1: A luz é Quântica

As Figuras 1 e 2 apresentam os aparelhos e banner da mesa 1. Nesta mesa os alunos observaram o espectro de diversas fontes de luz usando um espectroscópio de mão (Figura 3). Para isso, montamos um painel contendo uma

Quadro 1. Experimentos Desenvolvidos para o Evento Química, Quântica e Sociedade

	Nome	Temas Abordados
1	A luz é quântica	Espectros atômicos, transições eletrônicas
2	Moléculas luminosas	Fluorescência, radiação ultravioleta, protetores solares. Nesta mesa tratamos do fenômeno da fluorescência. Os estudantes visitantes exploraram diferentes fontes de luz e verificaram quais conseguem excitar as substâncias fluorescentes de modo que estas emitem luz, relacionando a frequência da luz com a energia que esta carrega. Foram mostradas também diversas aplicações da fluorescência na detecção de falsificações e no branqueamento ótico.
3	Um brilho no escuro	Fosforescência. Um dos fenômenos demonstrados foi a fosforescência. Materiais fosforescentes continuam emitindo luz, mesmo após interrompermos a fonte de luz usada para excitar o material. Mostramos como a presença de impurezas cria novos estados que podem aprisionar a luz e gerar materiais que brilham no escuro por um longo tempo e que tem diversas aplicações.
4	Energia da luz	Foi demonstrada uma casa feita com impressão 3D contendo um painel fotovoltaico que acende LEDs no interior da casa e movimenta um motor com uma hélice.
5	LEDs, quântica e a tabela periódica	Discutimos com os visitantes sobre o funcionamento dos LEDs e sua importância para uma iluminação mais eficiente. Foram feitas montagens demonstrando as diversas cores dos LEDs e como a cor está associada à diferença de energia dos níveis de energia dos semicondutores.
6	Modelando com Quântica	Os visitantes puderam construir moléculas e ver o funcionamento de programas de modelagem molecular em um computador.
7	Fake ou Quântica?	Usos inapropriados de conceitos da mecânica quântica, pseudociência. Uso inapropriado de expressões contendo a palavra "quântica" no contexto de propagandas enganosas e pseudocientíficas por meio de um jogo de perguntas e respostas, projetado na tela de um computador.
8	Orbitais	Foram produzidos diversos modelos 3D para tornar o conceito de orbital mais próximo dos visitantes.

fonte de alta tensão e lâmpadas de gases. A fonte de alta tensão possibilitou acender lâmpadas de hidrogênio, hélio e neônio. Além destas fontes de luz, também foram exibidas lâmpadas de vapor de mercúrio (uma lâmpada fluorescente comum e uma lâmpada germicida — idêntica à anterior, mas sem o material fluorescente no vidro). Assim, é possível comparar um espectro contínuo da lâmpada fluorescente, com o espectro de linhas das lâmpadas de gases. Os monitores chamaram a atenção dos alunos sobre os saltos dos elétrons entre níveis de energia e como a radiação liberada no retorno dos elétrons para níveis mais baixos se relacionava com o espectro observado.

**Figura 1.** Aparatos da mesa 1: A luz é Quântica**Figura 2.** Banner que acompanha a mesa 1: A luz é Quântica

Uma particularidade dessa mesa, é o espectroscópio de mão semelhante ao descrito por Paula, Alves e Mateus.³ Esta versão do espectroscópio usa uma rede de difração linear e foi elaborada usando uma máquina de corte a laser. Um kit contendo o espectroscópio e instruções para seu uso foi distribuído durante os eventos para professores de Química visitantes. Foram feitas 1000 unidades do kit para distribuição. Este espectroscópio pode ser visto na Figura 3.

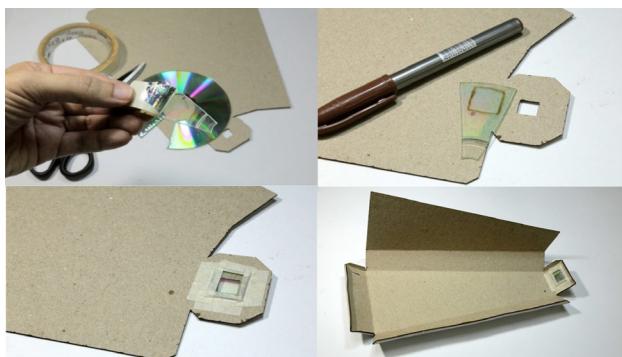


Figura 3. Espectroscópio de mão. Este modelo pode ser obtido em: <https://www.xciencia.org/2023/06/14/espectroscopio-de-papelao/>

• Mesa 2: Moléculas luminosas

As Figura 4 e 5 apresentam os aparelhos e o banner da mesa 2. O tópico abordado na segunda mesa foi a fluorescência. Na fluorescência, um material absorve energia de uma fonte, e a reemite com uma menor frequência (e, portanto, menor energia). Assim, um corante fluorescente pode absorver radiação ultravioleta, que é invisível, e emitir luz visível.



Figura 4. Aparatos da mesa 2: Moléculas luminosas

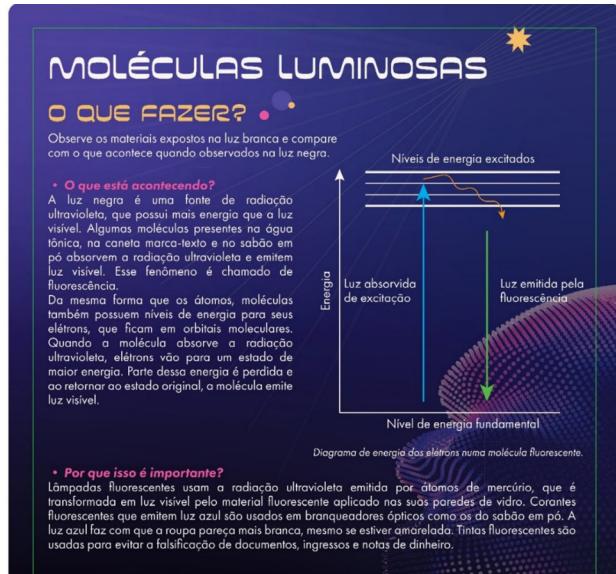


Figura 5. Banner da mesa 2: Moléculas luminosas

Para demonstrar a fluorescência, montamos uma caixa com placas de isopor cobertas com cartolina preta, de modo a escurecer a área do experimento. Na parte superior da caixa, colocamos uma fita de LEDs ultravioleta (UV). No interior da caixa, colocamos os materiais fluorescentes selecionados, tais como canetas marca-texto, sabão em pó, água tônica de quinino e uma solução aquosa de fluoresceína. Além disso, mostramos um experimento que demonstra o funcionamento dos protetores solares. Um pedaço de papel contendo um corante fluorescente é parcialmente coberto com uma pequena quantidade de protetor solar e exposto à radiação UV. As regiões cobertas pelo protetor não fluorescem, indicando que a radiação ultravioleta não conseguiu chegar até o material fluorescente. Finalmente, os visitantes foram estimulados a verificar se possuíam materiais fluorescentes, como notas de dinheiro ou documentos, que poderiam ser testados na caixa com a radiação UV. Muitos documentos, ingressos e notas de dinheiro possuem tintas fluorescentes, colocadas para se evitar a sua falsificação.

• Mesa 3: Um brilho no escuro

As Figura 6 e 7 apresentam os aparelhos e o banner da mesa 3. Nesta mesa exploramos a fosforescência, um fenômeno semelhante à fluorescência, mas com um mecanismo diferente. Enquanto na fluorescência a emissão de luz termina imediatamente após desligarmos a fonte de excitação dos elétrons (a luz ultravioleta), na fosforescência podemos observar que a luz sendo emitida por minutos ou até mesmo horas após o término da excitação. Materiais fosforescentes contém aditivos que funcionam como “armadilhas” para os elétrons excitados. Estes não conseguem retornar imediatamente para níveis de menor energia e assim a emissão de luz é adiada por um tempo.

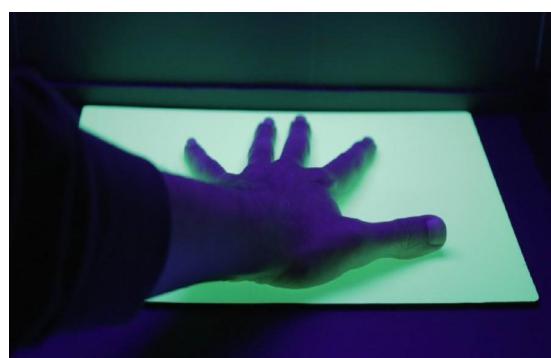


Figura 6. Aparato da mesa 3: Um brilho no escuro

Usamos uma caixa preta contendo LEDs ultravioleta, idêntica à usada na mesa sobre fluorescência. Mostramos um adesivo contendo material fosforescente (a base de sulfeto de zinco). O material emite luz esverdeada e podemos pedir ao visitante para colocar sua mão sobre o adesivo. Após iluminar o adesivo com a radiação UV, a mão é retirada e podemos ver uma sombra com os contornos da mão no adesivo.



Figura 7. Banner da mesa 3: Um brilho no escuro

Para demonstrar que podemos ter materiais fosforescentes que emitem luz de diferentes cores, dependendo das impurezas introduzidas na sua estrutura, adquirimos vários pigmentos fosforescentes (nas cores vermelho, verde, azul e roxo). Os pigmentos foram adicionados a uma resina epóxi e moldados em pequenos quadrados, que foram colados a uma base de plástico preto feita com impressão 3D, conforme apresentados na Figura 8.



Figura 8. Pigmentos fosforescentes

• Mesa 4: Energia da Luz

As Figuras 9 e 10 apresentam a mesa 4. Placas fotovoltaicas são uma importante fonte de energia elétrica renovável. Da mesma forma que os LEDs, seu funcionamento se baseia em materiais semicondutores. O desenvolvimento de placas solares mais eficientes depende do desenvolvimento de novos materiais.

Demonstramos o funcionamento de painéis solares fotovoltaicos usando uma casa modelo, produzida usando a impressão 3D. O modelo do telhado da casa foi modificado para se colocar uma placa solar, e colocamos LEDs no interior da casa. Além disso, montamos um suporte para um



Figura 9. Aparatos da mesa 4: energia da Luz

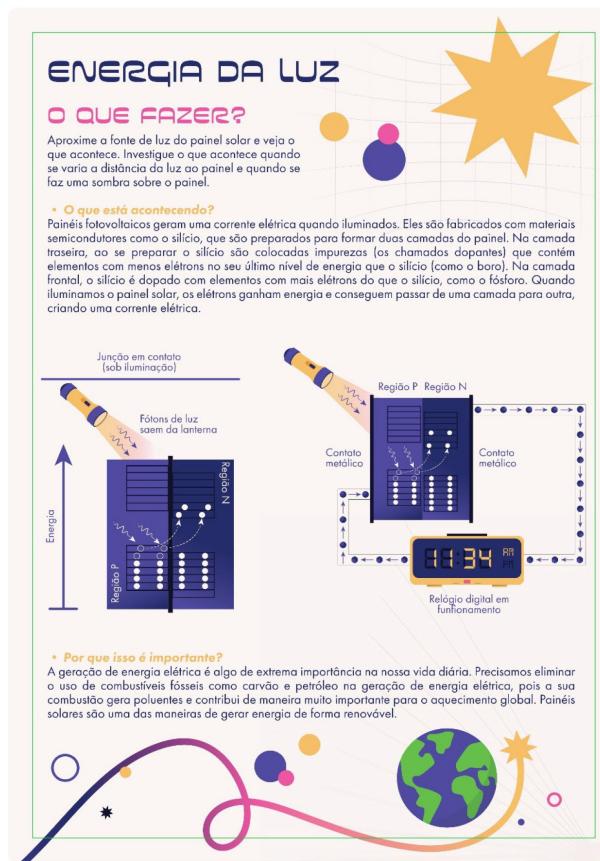


Figura 10. Banner da mesa 4: energia da Luz

pequeno motor elétrico contendo uma hélice. Ao expor o painel solar à luz, podemos ver que a hélice ligada ao motor gira e os LEDs no interior da casa se acendem. Também usamos a impressão 3D para imprimir a silhueta de uma nuvem com plástico preto. Ao colocarmos a nuvem entre a fonte de luz e placa solar, podemos ver que a hélice para de girar.

• Mesa 5: LEDs, Quântica e Tabela Periódica

As Figuras 11, 12 e 13 apresentam a mesa 5. Na mesa 5 o tema é o funcionamento dos diodos emissores de luz, ou LEDs. Os LEDs vêm se tornando uma tecnologia de



Figura 11. Aparatos da mesa 5: LEDS, quântica e tabela periódica

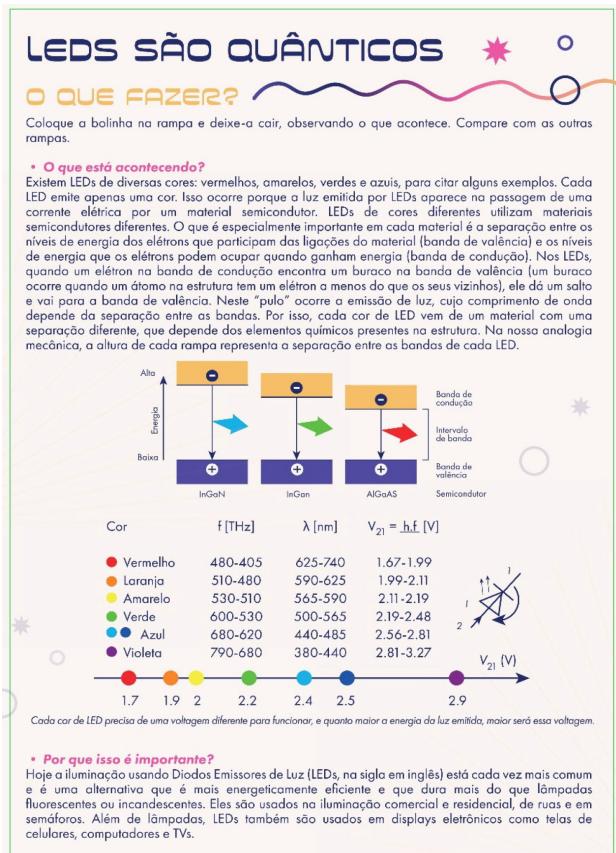


Figura 12. Banner da mesa 5: LEDs, quântica e tabela periódica

iluminação muito importante, devido a sua maior eficiência energética e durabilidade.

Quando temos LEDs de cores diferentes, precisamos usar a voltagem correta. Podemos reparar que quanto maior é a energia da luz emitida, maior será a voltagem que temos de usar no LED. Assim, um LED azul usa uma voltagem maior que um LED vermelho. Um dos recursos usados nesta mesa foi uma caixa com LEDs de diferentes cores, desde um LED infravermelho até um LED ultravioleta. Todos foram ligados a um carregador de celular USB. Para ajustar a corrente passando em cada LED, usamos um resistor diferente em cada caso.

Em um LED existe um conjunto com duas camadas de materiais semicondutores. Uma camada está ligada ao polo positivo e a outra ao negativo. Uma destas camadas é de um semicondutor de tipo P, enquanto a outra é composta de um semicondutor de tipo N. A região onde estes dois semicondutores se encontram é chamada de junção P-N.

Podemos descrever o semicondutor de tipo P como sendo deficiente em elétrons. Isso acontece porque ele possui elementos com um número menor de elétrons na sua última camada que os seus vizinhos, e assim, ficam “buracos” nas ligações covalentes. Já semicondutores de tipo N possuem um excesso de elétrons, já que possuem elementos com um número maior de elétrons na sua última camada.

Um exemplo de semicondutor é o silício. O silício possui 4 elétrons na sua última camada e assim, átomos de silício fazem 4 ligações com outros átomos de silício vizinhos. Se incluirmos na estrutura do silício puro um átomo de boro, por exemplo, este possui apenas 3 elétrons na sua última camada. Dá para perceber que ele só consegue fazer 3 ligações e que aparece um buraco na estrutura. Já um cristal de silício com impurezas de fósforo, por exemplo, teria um elétron a mais, pois o fósforo possui 5 elétrons na sua última camada.

Quando passamos uma corrente elétrica pelo circuito, os elétrons a mais do semicondutor N combinam com os buracos do semicondutor P na junção P-N, mas para isso, eles precisam perder energia. Este processo emite energia na forma de luz. Essa energia vai depender da diferença de energia dos elétrons que estão na banda de condução do semicondutor P e a banda de valência do semicondutor N. Se a diferença de energia for pequena, o LED pode emitir radiação no infravermelho, ou luz vermelha. Aumentando essa diferença, temos LEDs de várias cores, até chegarmos em LEDs azuis ou violetas.

Nós demonstramos como essa separação entre as bandas de energia dos semicondutores leva a diferentes cores usando rampas de diferentes alturas feitas com a impressão 3D. Ao se deixar cair uma bolinha do alto da rampa, ela cai em buraco contendo um sensor que acende o LED da cor correspondente, conforme Figura 13.



Figura 13. Rampas de diferentes alturas representando as bandas de energia

• Mesa 6: Modelando com Quântica

As Figuras 14, 15 e 16 apresentam a mesa 6. Os princípios da mecânica quântica são a base para se conseguir

criar modelos tridimensionais de moléculas na tela de um computador, que permitem visualizar sua estrutura. Nesta mesa mostramos um programa de modelagem molecular gratuito, o Avogadro. Este software pode ser acessado em: <https://avogadro.cc/>.



Figura 14. Aparatos da mesa 6: Modelando com a Quântica

Este software, gratuito, permite que se simulem ligações químicas e representações simbólicas por meio de bolas, varetas, além de simular nuvens eletrônicas, forças de ligação e arranjo e rearranjo de átomos, moléculas e ligações. Sua interface é bastante intuitiva, e os estudantes e professores facilmente criam e manipulam compostos químicos diversos em pouco tempo de manipulação efetiva do software.

Os visitantes puderam criar modelos simples de

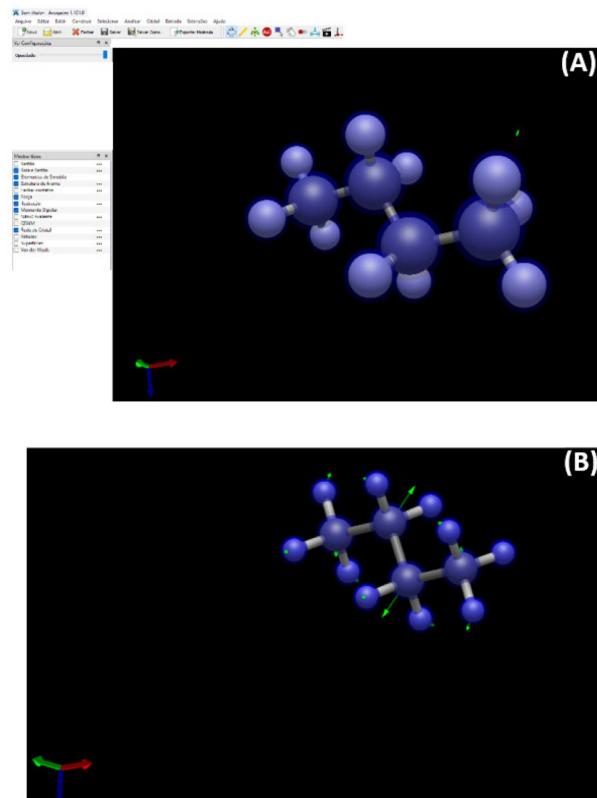


Figura 15. Print de tela do Avogadro, representando: (A) Butano e (B) seus momentos dipolares



Figura 16. Banner da mesa 6: Modelando com a Quântica

moléculas e perceber que, quando distorcemos a estrutura molecular, o programa consegue otimizar a sua estrutura, corrigindo ângulos e distâncias entre os átomos, retornando-a à sua forma correta.

• Mesa 7: Fake ou Quântica?

A Figura 17 e o Quadro 2 apresentam a mesa 7. Nesta mesa os alunos participaram de um jogo de perguntas em que deveriam reconhecer se uma frase é sobre um fenômeno quântico verdadeiro ou se refere a algo em que o termo é usado de maneira incorreta.



Figura 17. Laptop com o jogo/quiz “É fake ou quântica”

Este jogo é livre e editável e pode ser acessado gratuitamente em: lequal.quimica.ufg.br/jogos. As questões que foram inseridas no jogo estão apresentadas no Quadro 2, a seguir.

O jogo foi criado usando um programa de apresentações de slides. Os slides contêm botões que levam o jogador a outros slides, conforme a resposta escolhida. Caso o jogador acerte a resposta, ele avança para a próxima pergunta. Já no caso de errar a resposta, é levado para um slide com uma

Quadro 2. Questões adicionadas no Jogo Fake ou Quântica

Questão	Fake ou Quântica?	Explicação
1. “A química quântica avançou muito nos últimos anos e agora, ela tem tecnologia suficiente que permite que você teletransporte objetos ou pessoas.”	FAKE	O teletransporte quântico refere-se à transferência de informação quântica, não de matéria. Ainda estamos longe de qualquer “teletransporte físico”.
2. “Desde que você se concentre bastante, a partir de diversos estudos, você pode adquirir o que chamamos de Consciência Quântica. É com ela que você pode mudar sua realidade, apenas com seu pensamento.”	FAKE	Ideia de que a observação humana altera o resultado quântico (efeito do observador) é distorcida para sugerir que a mente controla a matéria.
3. “A química quântica explica as cores que vemos em objetos (como flores, roupas, pigmentos ou telas)”	QUÂNTICA	Isso é pura química quântica: existem porque elétrons absorvem e emitem luz em níveis quantizados de energia, os elétrons mudam de nível (orbital) ao ganhar ou perder energia. Exemplo: A cor roxa de uma flor se deve a elétrons em certos pigmentos absorvendo comprimentos de onda específicos da luz solar.
4. “Mente quântica ou consciência quântica é uma ideia em que os proponentes alegam que a mecânica clássica não pode explicar a natureza da consciência. Basicamente, postula-se que fenômenos da mecânica quântica, tais como o emaranhamento quântico e a superposição, podem desempenhar um papel importante no funcionamento cerebral, formando, portanto, a base da explicação científica da consciência.”	FAKE	Essas alegações de que práticas espirituais podem modificar geneticamente o corpo, não são cientificamente corretas e/ou comprovadas.
5. “As baterias de lítio (como as do seu celular ou notebook) funcionam a partir de um processo relacionado com propriedades da quântica.”	QUÂNTICA	Funcionam com base em processos de transferência de elétrons entre orbitais moleculares, algo completamente governado pela mecânica quântica. Exemplo: A estabilidade dos íons lítio nas estruturas da bateria é explicada por modelos quânticos dos orbitais.
6. “A química quântica explica como os filtros solares protegem a pele contra os raios UV.”	QUÂNTICA	Os filtros solares protegem a pele contra os raios UV porque contêm moléculas que absorvem a radiação ultravioleta por transições eletrônicas (quânticas) e dissipam essa energia de forma segura. Exemplo: Moléculas como o avobenzona absorvem UV e impedem que essa energia danifique o DNA da pele.

explicação sobre aquela questão e o jogo termina, passando para outro visitante, que deve iniciar o jogo do começo.

• **Mesa 8: Orbitais**

As Figura 18 e 19 apresentam a mesa 8. Diversos modelos foram feitos usando a impressão 3D para auxiliar na visualização do conceito de orbital eletrônico. Inicialmente, mostramos um modelo de uma caixa, contendo uma esfera, representando uma partícula como o elétron. A esfera é atravessada por uma haste de acrílico transparente e pode ser deslocada de uma ponta a outra da caixa. A esfera pode se deslocar em uma única dimensão e perguntamos

aos visitantes como seria a soma de todas as posições que podem ser ocupadas pela esfera. Um segundo modelo é apresentado, mostrando o que seria o “orbital” daquela esfera nesta situação, um tubo com o mesmo diâmetro da esfera e o comprimento de toda a caixa.

Mostramos também um segundo par de modelos, agora com uma esfera que pode se mover em duas dimensões, em um círculo ao redor de um ponto. Novamente, mostramos que o “orbital” para essa esfera é a soma das regiões onde existe a probabilidade de se encontrar a esfera. Neste caso, o orbital toma a forma de um torus. Em seguida, mostramos uma coleção de modelos de orbitais tridimensionais para o átomo de hidrogênio, contendo orbitais do tipo *s*, *p* e *d*.

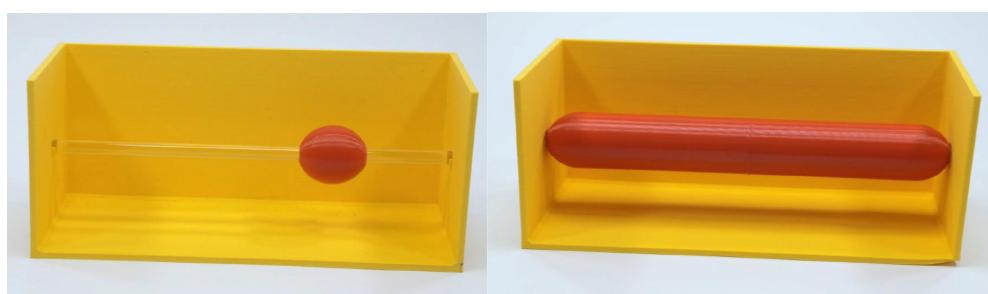


Figura 18. Modelos de orbitais impressos em 3D



Figura 19. Diversos orbitais feitos em impressora 3D

Os modelos também foram feitos usando a impressão 3D, usando arquivos disponíveis gratuitamente na Internet.⁴

Estas atividades descritas em todas as mesas estão ainda mais detalhadas e disponíveis gratuitamente no site Xciênci.org: <http://www.xciencia.org/2025/06/20/quantica-com-experimentos-mostra-interativa-no-ano-internacional-das-ciencias-quanticas/>.

4. O que se Pode Esperar de uma Mostra Científica?

Mostras como a que apresentamos neste trabalho, não podem ser realizadas sem um planejamento prévio. Alguns aspectos que consideramos importantes serão descritos a seguir, para auxiliar aqueles que desejam, de alguma forma, repetir esta mostra, ou ainda, desenvolver outra temática.

Primeiramente, é de fundamental importância, que os monitores que estejam responsáveis pelas atividades em cada uma das mesas, estejam familiarizados com os conceitos que ali serão discutidos, sejam eles, estudantes de graduação, professores, ou ainda, estudantes de ensino médio, caso um professor decida realizar uma mostra como esta na escola em que ministra aula. Um grande problema ligado a mostras científicas está relacionado a conceitos científicos apresentados de forma errônea aos visitantes. Neste caso, a mostra acaba por não atingir seu objetivo, que é a efetiva disseminação da ciência por meio do debate efetivo entre o debatedor e o público-alvo. Em linhas gerais, mostras podem propiciar a alfabetização científica do público-alvo, mas também, daqueles que são monitores ou responsáveis pelas atividades, desde que participem e dominem a atividade a qual serão responsáveis.⁵ No caso presente, os monitores eram estudantes de graduação e reuniões com estes foram realizadas antes de cada uma das apresentações das mostras.

O planejamento prévio da mostra é um aspecto que deve ser considerado pelo proponente. Principalmente no que

se refere a temática a ser desenvolvida. Compreendemos que uma mostra científica que se propõe a discutir uma abundância de conceitos que não são correlatos, podem confundir mais o público do que integrá-lo de fato a proposta. Por isso, defendemos que mostras científicas devem sempre partir de uma temática envolvente e que se relacione com o cotidiano do público-alvo, ou ainda, com temáticas que possam gerar interesse imediato por serem temáticas contemporâneas. A falta de foco de mostras científicas mais afasta do que aproxima aqueles que poderiam se interessar pelas atividades.

As Mostras científicas podem desmistificar conceitos e também são uma forma efetiva de divulgação científica. Porém, comungamos com Fabrício, Pezzo e Oliveira.⁶ Para os autores, a divulgação científica pelos seus vários canais e formas, o que inclui a mostra científica, pode errar se desconsiderar dois aspectos: 1) A informação ou conceito científico discutido, deve se distanciar da controvérsia com grupos negacionistas. Não se deve partir para o confrontamento direto, pois isso traz, na verdade, engajamento para os seguidores destes. Deve-se apresentar a informação desejada ou simplesmente desmistificar a informação errônea com exemplos simples e discussões a partir de conceitos próximos do cotidiano. No nosso caso, a quântica gera muita pseudo ciência que só pode ser combatida a partir de informações e usos da quântica no cotidiano dos sujeitos, em uma linguagem não acadêmica, ou seja, não devemos reproduzir os discursos próprios da ciência, mas, sem perder o rigor científico, utilizar uma linguagem mais atrativa e próxima do público alvo; 2) Por outro lado, não podemos realizar uma espécie de tradução do discurso científico, mas tentar recontextualizá-lo a partir de dimensões políticas, sociais, econômicas e também afetivas, que pode levar inclusive a adesão ou não do público-alvo.

É possível observar estes aspectos na mostra proposta neste trabalho. Houve planejamento prévio a partir de uma temática contemporânea, treinamento dos guias debatedores, com efetiva demonstração de aplicações cotidianas em todas as mesas, mescladas com informações científicas atuais em contraponto com informações falsas, além de contextos sociais, econômicos relacionados às várias aplicações e usos da quântica, tanto cientificamente, como de forma cotidiana.

Outro aspecto que consideramos importante em nossa mostra e foi debatido por Silva, Veit e Araújo,⁷ é que as mostras/feiras podem se constituir como um espaço para a discussão epistemológica da ciência, ou seja, o modo como a ciência é feita, mostrando-a como uma construção humana, que depende de fatores políticos, econômicos e socioculturais. Dessa forma, a mostra é importante não só para o público-alvo, mas para o estudante de graduação compreender os aspectos metodológicos da ciência a qual está inserido.

Um importante aspecto da mostra que apresentamos neste trabalho é que seu foco também está direcionado para eventos de formação continuada de professores. É de

fundamental importância que o professor possa compreender que mostras as quais acompanha podem ser completamente adaptadas às suas realidades, ou ainda, aproveitar das atividades propostas para realizar uma formação conceitual diferenciada em sua própria sala de aula, o que, como já dito, também implica em preparação metodológica e conceitual, tanto para reprodução de mostras, quanto para aplicação de atividades em sala de aula.^{6,7}

5. Impressões dos Monitores

A mostra, de maneira geral, foi muito elogiada nos eventos os quais esteve presente. Houve visitação de estudantes do ensino médio, professores de nível médio, professores do nível superior, estudantes de graduação e pesquisadores. Houve um consenso entre os participantes de diversos níveis que todas as atividades das mesas poderiam ser utilizadas em salas de aula, tanto de nível médio, com as devidas adaptações, quanto em nível superior, tanto na formação de professores, quanto de bacharéis.

Optamos por não realizar, em um primeiro momento, uma avaliação da mostra a partir do público-alvo, na perspectiva de que os resultados não seriam fundamentalmente diferentes daqueles que vêm sendo discutidos na literatura, ou seja, as mostras/feiras são engajadoras, lúdicas, atrativas, entre outros aspectos que foram discutidos no tópico anterior, que trata do que se pode efetivamente esperar de uma mostra científica.⁵⁻⁷ Dessa forma, resolvemos avaliar a impressão dos monitores, estudantes de graduação, que participaram efetivamente da elaboração e execução da mostra, avaliando a perspectiva dos executores que trabalharam diretamente com os diversos públicos presentes.

O primeiro aspecto, está ligado à importância da difusão do conhecimento, no entanto, de maneira recontextualizada. As falas a seguir são representativas dessa ideia.

Além do conhecimento que foi apresentado aos alunos, com o enfoque de aproximar a ciência do dia a dia, tornando a ciência mais palpável pra eles, o que eu mais gostei foi o fato de os alunos se sentirem importantes. (Monitor 1)

(...)foi muito interessante e desafiador o contexto de ter que adequar a linguagem para que se tornasse mais palpável a apresentação para os alunos, que eram do ensino médio. (Monitor 2)

caso, o que podemos observar é que há uma preocupação com o entendimento da atividade por parte dos monitores, quando usam palavras como “palpável”, ou ainda, quando se referem a aproximar a ciência do dia a dia. Isto é, a maneira como os responsáveis pelas apresentações dos experimentos conversa com o público-alvo pode fazer a diferença no sucesso ou não da mostra, sempre na perspectiva de utilizar o discurso científico, mas recontextualizá-lo ao público presente.⁵

O segundo aspecto, é que as atividades devem ser minimamente atrativas para engajar. As falas a seguir, representam essa ideia.

Eu achei super legais os experimentos! Chamavam bastante a atenção das pessoas e deixavam todo mundo curioso. Quando o experimento é visual e interativo, parece que tudo flui melhor, porque as pessoas conseguem entender rapidinho o que está acontecendo. (Monitor 7)

Os alunos que visitaram a mostra de experimentos estavam muito interessados e se divertiram muito interagindo com cada experimento. Ver a alegria deles ao entender novos conceitos de química foi muito gratificante. (Monitor 4)

Atividades interativas e lúdicas têm maior chance de engajamento, tanto dos monitores, quanto do público-alvo. Compreendemos que, para a elaboração de atividades de uma mostra científica, faz-se importante que ocorra um equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa de tais atividades. Isso é fundamental, pois se qualquer uma das propostas da mostra se apresenta com forte função educativa e nenhuma ou quase nenhuma função lúdica, ela tende a não ter o engajamento do público, que espera de uma mostra um mínimo de divertimento. Por outro lado, devemos tomar cuidado com o outro extremo, ou seja, as propostas da mostra também não podem ter uma alta função lúdica e uma baixa função educativa, pois nesse caso, não haverá um componente educativo necessário para o despertar do interesse do público-alvo e o conceito pode se perder na ludicidade.⁸

O terceiro aspecto que trazemos, é a importância para a formação de professores e sua provável utilização em sala de aula. As falas a seguir são representativas dessa ideia.

Eu como licenciada, gostei muito dos experimentos apresentados e com certeza, quando estiver na sala de aula me lembrei desses recursos. (Monitora 8)

Acredito que esse público de professores da educação básica teria um engajamento e um proveito muito melhor, visto que eles poderão levar as ideias para a sala de aula, o que acredito que faria o aprendizado ser mais efetivo. (Monitor 9)

Essa mostra, como tem uma temática envolvendo um conceito de difícil discussão no ensino médio, atrai os professores que se interessam por discutir novidades em nível médio de ensino. Uma mostra, além de realizar a divulgação científica da temática proposta, deve ser capaz de fazer com que professores se interessem pela atividade e que possam replicá-la de diversas formas em sala de aula, considerando-se que as mostras e feiras podem trazer uma série de processos formativos diferenciados para o professor,

desde a capacidade de organização, a troca de experiências, até a efetiva elaboração de materiais didáticos.⁹

6. Considerações Finais

É sempre importante ressaltar o que ocorre com o material após as mostras. A maioria das vezes tudo é descartado e pouco aproveitado. Especificamente no nosso caso, todos os materiais elaborados, construídos e apresentados foram incluídos no acervo do projeto XCiência e estão sendo disponibilizados para empréstimos para professores de Química de Belo Horizonte, Goiânia e demais cidades as quais a mostra itinerante estiver presente. Além disso, as instruções de como reproduzir as montagens estão disponibilizadas no site do XCiência, permitindo que professores de todo o país possam construir réplicas do material na perspectiva de socializar todo o conhecimento produzido.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - 447584/2024-3) pelo financiamento da mostra e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

1. Arroio, A.; Honório, K. M.; Weber, K. C.; Homem-de-Mello, P.; Silva, A. B.F.; O ensino de química quântica e o computador na perspectiva de projetos. *Química Nova* **2005**, 28, 360. [Crossref]
2. Rocha, G. S.; Castro, D. L.; A presença da Química Quântica em livros e recursos didáticos. *Educação Química en Punto de Vista* **2020**, 4, 142. [Link]
3. Paula, H. F.; Alves, E. G.; Mateus, A. L.; *Quântica para iniciantes: investigações e projetos*. Editora UFMG: Belo Horizonte, 2011.
4. Atomic Orbital Set. Disponível em <<https://makerworld.com/en/models/942424-atomic-orbital-set>> Acesso em julho de 2025.
5. Bencze, J. L.; Bowen, G. M.; A national science fair: Exhibiting support for the knowledge economy. *International Journal of Science Education* **2009**, 31, 2459. [Crossref]
6. Fabrício, T. M.; Pezzo, M. R.; Oliveira, A. J. A.; Divulgação Científica pós-pandemia, ou como não repetir nossos erros. *Boletim Esocite* **2021**, 2, 20. [Link]
7. Silva, C. B. C.; Veit, E. A.; Araújo, I. S.; Feiras de Ciências no Brasil: panorama, resultados e recomendações. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **2023**, 40, 231. [Crossref]
8. Soares, M. H. F. B.; *Jogos e Atividades Lúdicas para o Ensino de Química*. 2a. Ed. Livraria da Física: São Paulo, 2023.
9. Traversi, G. S.; Heckler, V.; Processos Formativos de Professores em Feiras ou Mostras de Ciências Comunicados na Comunidade Científica Brasileira. *Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática* **2022**, 6, 559. [Crossref]